

ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ

УДК 681.3

О.К. Юдін, д-р техн. наук, доц.
О.Л. Яковенко, асист.**МЕТОДОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕГРОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ**

Розроблено методологію підвищення ефективності функціонування інтегрованих інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж на базі методів двоозначового структурного кодування даних з метою стиснення інформаційних потоків.

Methodology of effectiveness and function increasing of integrated telecommunication systems and networks was designed on the basis of bi-indication structural coding of data methods for compressing of informational flows.

Постановка проблеми

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується зростаючою роллю інформаційних систем, сукупністю інформації, інформаційної інфраструктури, суб'єктів, що здійснюють формування, поширення, обробку і використання інформації, а також системи регулювання та прийняття рішень у суспільних відносинах, що виникають при цьому.

Інформаційні системи є системно утворюючим чинником життя суспільства, що активно впливають на стан політичної, економічної, оборонної та інших складових безпеки держави.

Один із напрямів поліпшення якості управлінських, експлуатаційних і виробничо-господарських процесів у різних галузях діяльності людини полягає в підвищенні ефективності функціонування інтегрованих інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж на основі вірогідного стиснення інформаційних потоків.

Для підвищення ступеня стиснення й збереження заданої вірогідності передавання корисної інформації методи компактного подання даних повинні задовольняти такі вимоги:

- організовувати процес стиснення даних на основі усунення структурної надмірності;
 - урахувати в процесі стиснення структурні закономірності одночасно за декількома ознаками;
 - обробляти двійкові дані з метою універсалізації подання інформаційних потоків від різних джерел.
- Вибір структурних ознак має бути обумовлений:
- можливістю вилучення інформаційної структурної надмірності без втрати якості;

- кількісною мірою характеристик із врахуванням закономірностей структури;

- зменшенням або повним виключенням залежності щодо знань апріорної інформації для реалізації процесу кодування.

Однак методи стиснення на основі структурного кодування у двійковому структурному просторі мало розвинуті [1].

Існуючі технології компактного подання даних не забезпечують необхідного ступеня стиснення інформаційних потоків, отриманих від різних джерел інформації, що потрібно для своєчасного доведення інформації та ефективної роботи інтегрованих інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж.

Метою роботи є розробка методології підвищення ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж на основі методів двоозначового структурного кодування даних.

Методологія підвищення ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж на основі методів двоозначового структурного кодування даних, методів оцінок й корекції завадостійкості двоозначових кодових конструкцій дозволяє забезпечити необхідний час обробки й неспотворене передавання визначених обсягів даних (бітових потоків), сформованих від різних джерел інформації.

На основі розробленої методології показано шляхи побудови та підвищення ефективності якості функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж з урахуванням кількісних оцінок параметрів підсистеми стиснення даних, обраних показників якості і сформульованих критеріїв (рис. 1).

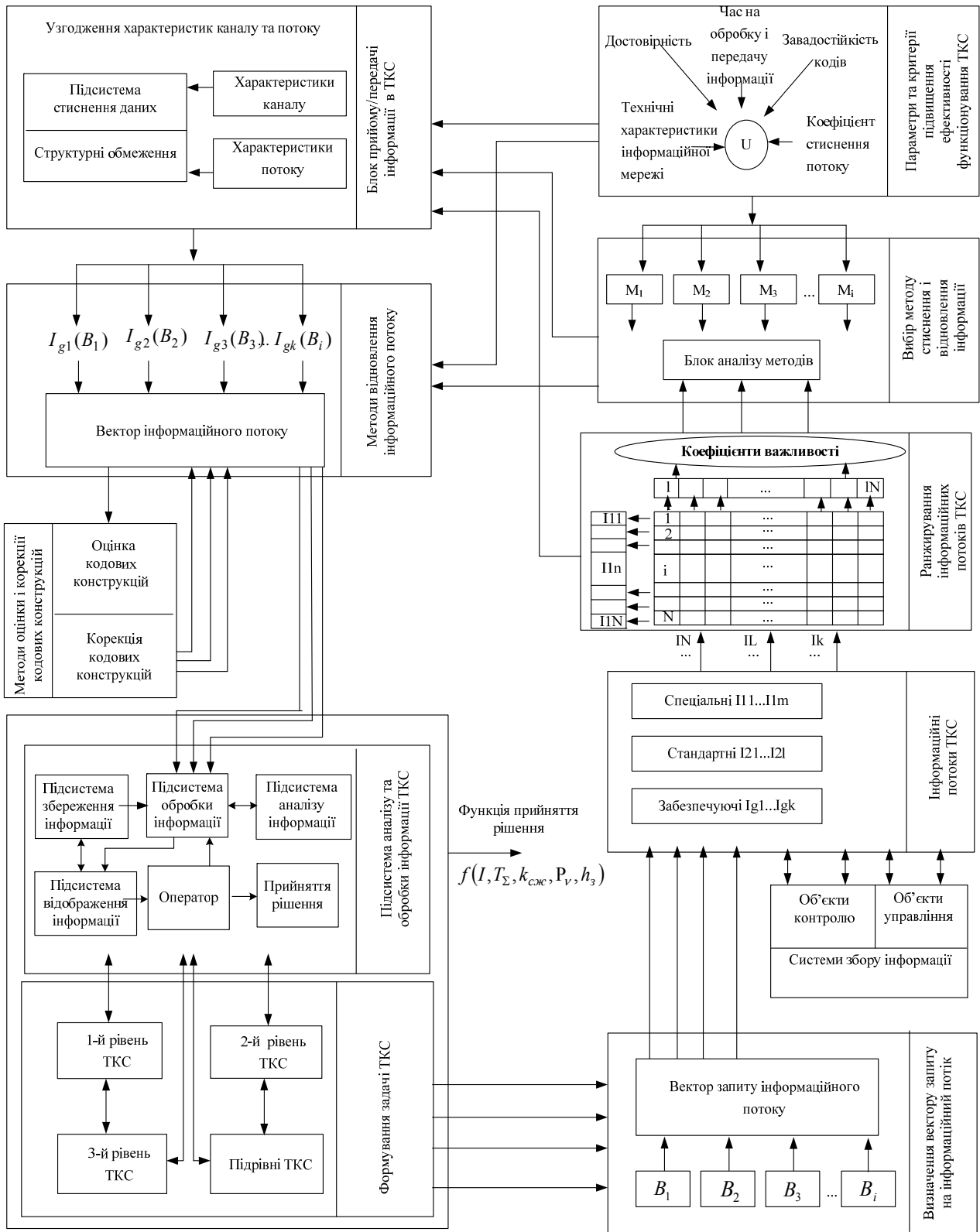


Рис. 1. Методологія підвищення ефективності функціонування телекомунікаційної системи (TKS)

Методи двоозначового структурного кодування даних

Методи підвищення ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж призначені для забезпечення комплексу завдань, спрямованих на підвищення пропускної здатності інформаційних каналів зв'язку без втрати корисної інформації та з забезпеченням заданого рівня вірогідності інформаційного потоку [1].

Вибір методу для побудови підсистеми стиснення даних у сукупності з загальною технологією повинні забезпечити підвищення ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж на основі розроблених критеріїв і показників. Цю відповідь дозволяють сформулювати методики вибору методу стиснення інформаційних потоків різного класу й розроблена сукупність методів структурного подання даних на основі двоозначового кодування й декодування, що забезпечує побудову програмно-апаратного комплексу підсистеми стиснення даних без втрат інформації [2].

Суть кодування полягає у формуванні коду-номера $N(m, \Lambda, \Theta)_j$ всієї двійкової послідовності з заданим значенням структурної ознаки. Визначено, що структурними ознаками є:

- вектор S заборон появи на певній позиції одиничного елемента ($\bar{S} = \{s_i\}$, $i = \overline{1, m}$; s_i – ознака заборони появи на i -й позиції одиничного елемента; якщо $s_i = 0$, то на i -й позиції заборонена поява одиниць й навпаки);
- кількість серій одиниць Θ у двійковій послідовності.

Кодування з урахуванням заборон на позиції одиниць відповідає структурному поданню двійкових даних. Двійкова послідовність чисел розглядається як структурне число, елементи якого набувають значення $\{0; 1\}$.

Система виразів одноозначового структурного кодування двійкових даних у структурному просторі забезпечує формування коду-номера відповідно до двійкового структурного числа, елементи якого задовольняють задану структурну ознаку.

Система виразів визначає номер заданої двійкової послідовності в безлічі одноозначових структурних чисел.

Безлічі двійкових послідовностей у структурному просторі за кількістю серій одиниць $V(m, \Lambda, \Theta)$ відповідає пронумерована безліч

двійкових послідовностей, що містять задану кількість серій одиниць та не проходять через позиції із заборону одиниць [1; 2]:

$$V(m, \Lambda, \Theta) = \sum_{k=1}^K V(\Theta^{(k)}) = \sum_{k=1}^K \prod_{z=1}^Z V(\Theta_z^{(k)}, \Theta^{(k)});$$

$$V(\Theta_z^{(k)}, \Theta^{(k)}) = \binom{m_z + 1}{2\Theta_z^{(k)}} = \frac{(m_z + 1)!}{(2\Theta_z^{(k)})! (m_z + 1 - 2\Theta_z^{(k)})!}.$$

Розроблена система правил є взаємооднозначною для процедур кодування і декодування інформаційних потоків в інформаційно-телекомунікаційних системах та мережах.

Додатковий облік обмежень на кількість серій одиничних елементів у двійкових послідовностях чисел забезпечує збільшення ступеня стиснення даних в інформаційно-телекомунікаційних системах та мережах без втрат інформації.

Для підвищення ступеня стиснення й збереження заданої вірогідності передавання корисної інформації методи компактного подання даних задовольняють такі вимоги:

- організації процесу стиснення даних на основі усунення структурної надмірності;
- урахування в процесі стиснення структурних закономірностей одночасно за декількома ознаками;

– оброблення інформації за двійковими даними з метою універсалізації подання інформаційних потоків від різних джерел.

Для кількісного оцінювання ефективності підсистеми стиснення даних у процесі функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж обрано показники якості та визначено критерії ефективності. Основним показником якості методології компактного подання даних є здатність підсистеми стиснення забезпечити зниження величини сумарного часу процесу оброблення і передавання інформаційних потоків $T(W^{(inf)})_{\Sigma}$ в інформаційно-телекомунікаційних системах та мережах.

Для розробленого методу компактного подання даних на основі двоозначового структурного кодування сумарний час на оброблення й передавання реалістичних зображень обсягом $W^{(inf)} = 172,8$ Мбіт, швидкістю оброблення $U_{обр} = 10^{10}$ оп/с, швидкістю передавання даних інформаційними мережами – $2,048$ Мбіт/с $\leq U_n \leq 61$ Мбіт/с змінюється в межах від $0,04$ до 20 с.

При цьому виграш за часом оброблення й передавання даних для цього методу досягає в середньому від 2,1 до 4,2 разу залежно від співвідношення характеристик інформаційно-телекомунікаційних мереж та систем.

Величина сумарного часу процесу $T(W^{(inf)})_{\Sigma}$ функціонально залежна від коефіцієнта стиснення даних k_{cm} , який визначається, як відношення обсягу $W^{(inf)}$ вихідних даних до обсягу $W^{(c)}$ стиснених даних (рис. 2, 3).

Отже, ступінь стиснення для двоозначкового структурного кодування двійкових даних у структурному просторі залежно від виду оброблюваних даних перебуває в межах від 2,2 до 5 разів [3]. При цьому найбільше скорочення обсягів даних досягається під час оброблення реалістичних зображень, попередньо поданих у спектральному вигляді (до 6,25 разів). Для цього методу компактного подання в порівнянні з відомими методами виграш за величиною стиснення в середньому становить 2,5 рази.

Важливим є показник вірогідності одержуваних даних як показник якості процесів в інформаційно-телекомунікаційних системах і мережах та ймовірності викривлення P_v заданої кількості v двійкових елементів у кодових комбінаціях.

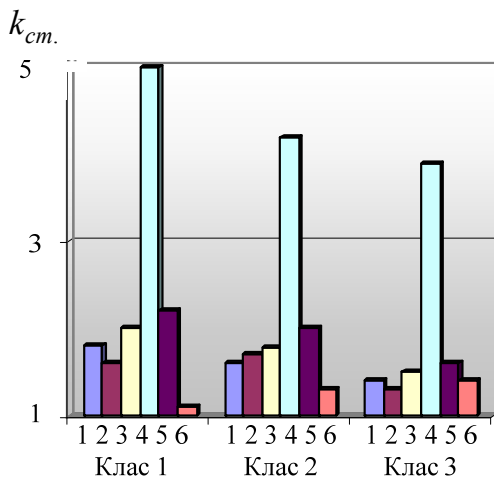


Рис. 2. Залежність коефіцієнта стиснення k_{cm} від оброблення різних видів зображень: класи 1, 2 – реалістичні; клас 3 – штучні; 1 – арифметичне кодування; 2 – алгоритм Хаффмана; 3 – JPEG; 4 – двоозначкове структурне кодування; 5 – JPEG 2000; 6 – LZW

На основі введення цього показника розроблено методи оцінювання й корекції завадостійкості двійкових послідовностей, які дають змогу локалізувати вплив і уможливити процедуру самокорекції помилок у кодових словах у процесі їх передавання в інформаційних мережах та системах.

Базуючись на проведених дослідженнях, відповідно до висунутих вимог і особливостей рішення завдань стиснення даних в інформаційних мережах інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж було досягнуто поставлених умов для визначених критеріїв ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж:

1) у випадку відомого часу t , потрібного для передавання обсягу інформації $W^{(inf)}$, відповідність між потрібною величиною t й часом $T(W^{(inf)})_{\Sigma}$ вигляду

$$T(W^{(inf)})_{\Sigma} \rightarrow t \quad (1)$$

забезпечується технологією компактного подання даних на основі двоозначкового структурного кодування й декодування даних;

2) у загальному випадку досягається мінімізація часу оброблення й передавання даних:

$$T(W^{(inf)})_{\Sigma} \rightarrow \min. \quad (2)$$

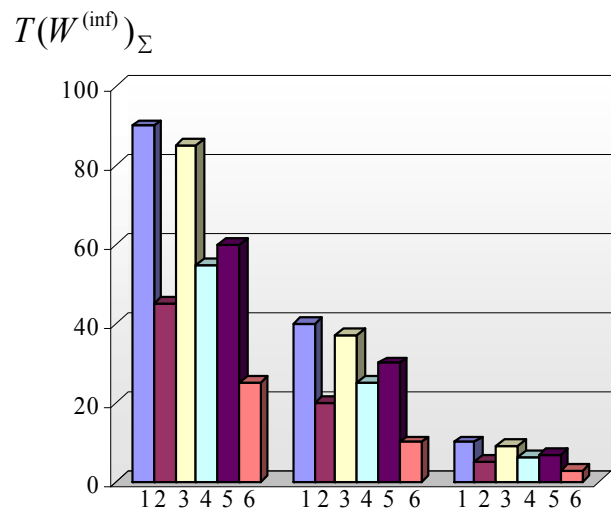


Рис. 3. Залежність часу $T(W^{(inf)})_{\Sigma}$ від оброблення та передавання реалістичних зображень зі швидкістю U_n :

- 1 – без стиснення;
- 2 – методи формату JPEG;
- 3 – методи формату BMP;
- 4 – архіватор rar;
- 5 – архіватор zip;
- 6 – метод компактного подання

З урахуванням співвідношень (1) і (2) виконуються умови обмежень, що накладаються на швидкість оброблення і передавання даних інформаційно-телекомунікаційними мережами та системами, вимоги з забезпечення ступеня вірогідності інформації [1; 4]:

$$T(W^{(\text{inf})})_{\Sigma} = \frac{v(W^{(\text{inf})})_k}{U_{\text{обр}}} + \frac{W^{(\text{inf})}}{U_n k_{\text{cm}}} + \frac{v(W^{(\text{inf})})_d}{U_{\text{обр}}} \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} h \geq h_3; U_n \leq U_{\text{зад},n}; \\ U_{\text{обр}} \leq U_{\text{зад},\text{обр}}; W_{\text{взу}} \leq W_{\text{зад}}, \end{cases}$$

де h_3 – задане значення відношення сигнал/шум; $U_{\text{зад},\text{обр}}, U_{\text{зад},n}, W_{\text{зад}}$ – відповідно задані для конкретної інформаційно-телекомунікаційної мережі швидкість виконання машинних операцій, швидкість передавання даних й заданий обсяг даних.

Отже, в результаті компактного подання даних структурними методами досягається зниження їх обсягів, що приводить до скорочення кількості пакетів даних, зниження ступеня інтенсивності завантаження каналів зв'язку, зменшення часу затримки пакетів на транзитивних вузлах інформаційно-телекомунікаційних мереж та систем [5].

Висновки

На підставі розглянутих методів реалізації пропонується методологія підвищення ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж, що складається з методики вибору методу стиснення на основі розроблених критеріїв ефективності функціонування систем та мереж й сукупності методів двоозначового структурного подання даних. Реалізація програмно-апаратного комплексу підсистеми стиснення даних на базі двоозначового структурного кодування забезпечує підвищення ефективності функціонування систем та мереж.

Упровадження програмно-апаратного комплексу підсистеми стиснення інформаційних потоків дозволило підвищити ефективність функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж та оптимізувати процеси керування.

Література

1. Юдін О.К. Кодування в інформаційно-комунікаційних мережах: монографія. – К.: НАУ, 2007. – 308 с.
2. Юдін О.К. Послідовний критерій аналізу інформативності параметрів сигналів // Вісн. НАУ. – 2006. – № 1 (27). – С. 18–21.
3. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / пер. с англ. – М.: Изд. дом Вильямс, 2004. – 1104 с.
4. Yudin O.K. The parallel bi-indication encoding end renewal of data in binary polyadic space // Вісн. НАУ. – 2006. – № 4. – С. 21–25.
5. Jacobs E.W. Fisher Y. Boss R.D. Image compression: A study of the iterated transform method // Signal Processing. – 1992. – № 29. – Р. 251–263.

Стаття надійшла до редакції 05.02.08.